

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PULPA DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) VARIEDAD CRIOLLA ROJA.

Erika Soto Celis¹; Ing. Gabriela Barraza Jáuregui²

¹Ex alumno de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad César Vallejo.

²Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad César Vallejo.

Recibido: 13 noviembre 2014 - Aceptado: 12 diciembre 2014

RESUMEN

El presente estudio es cuantitativo, experimental factorial. Su objetivo fue evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) durante el almacenamiento refrigerado. Cincuenta frutos de guayaba variedad Criolla Roja, recolectados en madurez de cosecha, sin daño por picadura de insectos, color rojo uniforme y peso promedio: 201 – 250 g y diámetro: 76 – 85 cm, fueron procesadas, envasadas y almacenadas a las temperaturas de 4 y 8°C. Se realizaron evaluaciones periódicas (cada 7 días), durante 14 días del % de acidez titulable, % de sólidos solubles, pH, % de ácido ascórbico y capacidad antioxidante en las muestras almacenadas a las temperaturas de 4 °C y 8 °C. Se determinó que la temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron influencia significativa sólo sobre el contenido de vitamina C de la pulpa de guayaba. No se reportó influencia significativa sobre el % de acidez, pH y % sólidos solubles. El % de acidez de la pulpa de guayaba almacenada durante 14 días a las temperaturas de 4 y 8 °C varió entre 0.65 a 0.67%, el pH 4.2-4.35 y % SS entre 8.47-9%. Se determinó contenido de Vitamina C en promedio de 299.2 mg/100 g para la pulpa antes de almacenarla, determinándose una degradación para el día 7 del 79.7% y 83.8% a las temperaturas de almacenamiento de 4 y 8 °C respectivamente y de 88% para el día 14 a ambas temperaturas. Se observó influencia significativa de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba, valor que fue disminuyendo en el tiempo, siendo menor a la temperatura de 8 °C. Se determinó una capacidad antioxidante de 0.61 ± 0.04 mg/mL para la pulpa de guayaba variedad criolla roja antes de almacenarla, disminuyendo para el día 7 a 3.23 y 6.51 mg/mL y a 7.12 y 7.78 mg/mL para el día 14 a las temperaturas de almacenamiento de 4 y 8 °C respectivamente.

Palabras clave: Temperatura de almacenamiento, Tiempo de almacenamiento, Guayaba (*Psidium guajava* L.), Características fisicoquímicas, Capacidad antioxidante.

I. INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajaba* L.) es una de las frutas tropicales más conocidas en el mundo y ahora se cultiva en casi toda la zona tropical. Si bien su origen no está bien establecido, existen evidencias arqueológicas que muestran que la guayaba existía en Perú en la época precolombina y que rápidamente se dispersó por el Sur y Centroamérica hasta el norte de México y las islas del Caribe.

Esta planta crece en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, se adapta bien a diferentes condiciones climáticas, pero prefiere los climas secos. Actualmente, los mayores productores de guayaba son Brasil y Hawai (UNC, 2010).

Es una baya ovoide de 5 cm de diámetro que cuyo mesocarpio (pulpa) contiene numerosas pequeñas semillas y varía de color dependiendo de la variedad. Tiene una corteza delgada y delicada, color verde pálido a amarillo en la etapa madura en algunas especies, rosa a rojo en otras, pulpa blanca cremosa o anaranjada con muchas semillitas duras y un fuerte aroma característico (Zeledón y Wan Fuh, 1994).

En la guayaba el componente mayoritario es el agua (80%). Es de bajo valor calórico, por su escaso aporte de hidratos de carbono y menor aún de proteínas y grasas. Destaca su contenido en vitamina C (145 mg/100g); concentra unas siete veces más que la naranja. Aporta en menor medida otras vitaminas del grupo B (sobre todo niacina o B3, necesaria para el aprovechamiento de los principios inmediatos, hidratos de carbono, grasas y proteínas). Si la pulpa es anaranjada, es más rica en provitamina A (carotenos). Respecto a los minerales, destaca su aporte de potasio. La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Los frutos muy maduros pierden vitamina C. La provitamina A o beta-caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita. Dicha vitamina es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Ambas vitaminas, cumplen además una función antioxidante.

El potasio, es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y

fuera de la célula. Su aporte de fibra es elevado por lo que posee un suave efecto laxante y previene o reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades (Rojas Barquera et al., 2008). Esta fruta se consume fresca, sin embargo en la cadena de comercialización, sufre pérdida de peso, deterioro significativo y reducción de su vida útil por efecto del acelerado proceso de maduración, desmejorando su apariencia y calidad. Las pérdidas aumentan debido al manejo inadecuado que recibe el producto (Martínez et al., 2005) lo que conlleva la búsqueda de alternativas que permitan aumentar el tiempo de vida útil y la calidad de preservación de los frutos, lo que concuerda con lo investigado por Castellano y Quijada (2006), quienes evaluaron el comportamiento post cosecha de la guayaba (*Psidium guajaba*) sometidas a inmersiones de Cl_2Ca al 2%, y agua caliente a 45 °C por 5 minutos y almacenados a temperatura de 10 °C y 22 °C durante 12 días. Evaluaron características físicas como firmeza de la cáscara, y pérdida de peso; así como parámetros químicos tales como sólidos solubles totales, acidez titulable, pH y Vitamina C. Los resultados mostraron que hubo diferencias significativas en cuando a pérdida de peso en los diferentes tratamientos, donde los valores más altos de pérdida alcanzaron el control e inmersiones en agua caliente, los frutos que obtuvieron menor pérdida de peso fueron los inmersos en solución de Cl_2Ca al 2%. Los valores de dureza más altos lo alcanzaron los tratamientos Cl_2Ca y Cl_2Ca + temperatura, las variables referidas a sólidos solubles totales y pH presentaron poca variación, en cuanto al contenido de ácido ascórbico y la acidez titulable los valores más altos se obtuvieron en frutos almacenados a 22°C. Los resultados indicaron que el Cl_2Ca solo o combinado ayuda a mantener la firmeza de la cáscara y evita la pérdida de peso de las frutas de guayaba post cosecha. De igual modo, Suarez et al., (2009) evaluaron el efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la calidad post cosecha de fruta de guayaba (*Psidium guajaba*), los tratamientos fueron organizados en un diseño completamente al azar con arreglo factorial (3 temperaturas x 2 estados de madurez) con cuatro repeticiones. Los factores fueron: temperatura: ($T_1 = 12 \pm 2$ °C y $T_2 = 17 \pm 2$ °C y $T_3 = 27 \pm 2$ °C) y los estados de madurez (M_1 :

madurez fisiológica: 100% color verde y M₂: pintonas, 80% color verde y 20% coloreada). Las propiedades fisicoquímicas de calidad fueron evaluadas cada tres días durante seis semanas. La pérdida de peso fue mayor a 17 y 27 ± 2 °C. La temperatura de 12 ± 2 °C preservó la apariencia, el color y con menor pérdida de peso de las frutas. Los mayores valores de pH y los menores de acidez fueron encontrados a 17 y 27 ± 2 °C. Durante el proceso de maduración los sólidos solubles totales (°Brix) y la relación SST/Acidez se incrementaron, con los mayores valores a 12 ± 2 °C y la vitamina C disminuyó, con los menores valores a 17 y 27 ± 2 °C.

La maduración ocurrió con mayor rapidez en las frutas pintonas a temperatura ambiente; por lo que se recomienda el almacenamiento a 12 ± 2 °C, ya que alargó en una semana la vida post cosecha de la fruta en ambos estados de madurez. Lara et al., (2007) realizaron un estudio fisicoquímico y bromatológico de la fruta conocida comúnmente como guayaba agria (*Psidium araca*), en dos estados de maduración, y en cada uno con piel y sin piel. Se determinaron porcentajes de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína, fibra, extracto no nitrogenado y azúcares totales; también se evaluaron algunos nutrientes como vitamina C y los elementos potasio, sodio, hierro, fósforo y calcio. Los resultados mostraron elevados contenidos de vitamina C (rango 477 - 351 mg en 100 g de fruta), también se evidenció un comportamiento muy general en las frutas durante la maduración: la degradación de carbohidratos poliméricos que origina la disminución del porcentaje de fibra y el aumento del porcentaje de azúcares. Debido a la síntesis de enzimas involucradas en éste y otros procesos degenerativos, aumentó la cantidad de proteína durante la maduración en las frutas con cáscara. Laguado et al., (1999), estudiaron las características fisicoquímicas y fisiológicas en dos tipos de guayaba durante la maduración, se seleccionaron dos plantaciones de guayabo heterogéneas debido a su origen sexual, una tipo Criolla Roja y otra tipo San Miguel.

El ensayo estuvo conformado por 8 tratamientos, 3 repeticiones y 4 frutos/tratamiento. Los frutos fueron tomados en base a un sólo estado de madurez (maduros fisiológicamente). Los factores de estudio fueron: tipo de guayaba y tiempo de observación (1, 4, 7 y 10 días). Las variables medidas fueron: peso, firmeza, grosor de la

cáscara, índice de maduración, respiración, pH, sólidos solubles totales (°Brix), y acidez total titulable. Los frutos mostraron diferencias respecto a las variables fisicoquímicas y fisiológicas entre los tipos estudiados, lo cual pudo deberse al origen sexual de los mismos. Los frutos del tipo Criolla Roja presentaron una mayor producción de CO₂ al compararlos con los frutos del tipo San Miguel, el cual no coincidía con la pérdida de peso (113 g y 147 g).

Así mismo, arrojaron los mayores valores de acidez, favoreciéndose el incremento del °Brix y la pérdida de firmeza. Todo ello refleja que los frutos del tipo Criolla Roja presentan cuantitativamente mayor calidad, pero se deterioran más rápidamente al compararlos con el tipo San Miguel. El estudio de la actividad antioxidante en frutas ha permitido asociar a los compuestos fenólicos y la vitamina C como los responsables de la protección contra las sustancias oxidantes.

Un antioxidante es una sustancia que cuando está presente en concentraciones bajas, en comparación con la de la sustancia oxidable, retrasa o previene significativamente la oxidación de dicha sustancia (1).

Los antioxidantes son importantes en la prevención de enfermedades degenerativas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, debido a que neutralizan las especies reactivas de oxígeno (ROS) como el anión radical superóxido, el peróxido de hidrógeno y radicales hidroxilo, generando estructuras estables que evitan el deterioro de otras sustancias indispensables para el normal funcionamiento (UNC, 2010). Existen reportes en los que se ha investigado la actividad antioxidante de la guayaba a través de diferentes técnicas, indicando que esta fruta puede ser una buena fuente de antioxidantes. Ordoñez et al., (2012) cuantificaron el contenido de polifenoles totales y evaluaron la actividad antioxidante medida por la capacidad de inhibir radicales DPPH en hojas, flores, corteza y fruto de dos variedades de guayaba (*Psidium guajaba* L.). La hoja (tiernas, maduras y yemas terminales), corteza, flores y frutos de las variedades rosada y blanca fueron recolectados, blanqueados en agua a ebullición por 30 segundos, oreado temperatura ambiente (25°C)/ 2-3 h, secado 65°C/ 14- 16 h molido y envasado. En las muestras se realizó la determinación de polifenoles totales y la capacidad de inhibir el radical del radical 2,2-diphenyl-1-

picrylhydrazyl (DPPH). Según los resultados el mayor contenido de polifenoles totales correspondió a las hojas tiernas de guayaba rosada $16,466 \pm 0,46$ EAG (g/100g) y blanca $15,388 \pm 0,24$ EAG (g/100g) y el menor contenido se encontró en el fruto variedad rosado $1,435 \pm 0,01$ EAG (g/100g) y blanco $0,363 \pm 0,01$ EAG (g/100g). La mejor capacidad de inhibición el radical DPPH lo presentó las hojas tiernas de ambas variedades rosada $IC_{50} 14,086 \pm 0,09$ μ g/mL y blanca $IC_{50} 15,463 \pm 0,25$ μ g/mL y la menor capacidad lo presentó el fruto. En conclusión, la guayaba tienen un potencial para ser usado como neutraceutico a las hojas (tiernas, maduras y yemas terminales), corteza y flores y como bebida funcional a la fruta procesada. Muñoz et al., (2007), evaluaron la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos en la parte comestible de aguaymanto, carambola, tomate de árbol, yacón, tumbo costeño, tumbo serrano, noni, camu-camu y guinda, siendo la capacidad antioxidante determinada por dos métodos: usando ABTS encontrando valores de 0,01 a 27,66 mg TE/100g de muestra y aplicando el método DPPH usando coeficiente de inhibición IC_{50} obteniendo valores de 3,45 a 7057,99 mg/mL, siendo el camu-camu de mayor ARP con 289,29 mg/mL. El contenido de compuestos fenólicos totales usando el método Folin- Ciocalteu encontraron valores entre 2,16 y 2393,72 mg GAE/100g de materia fresca. La concentración de flavonoides y ácidos fenólicos libres fue determinado por HPLC-RP, siendo los más altos valores de clorogénico y ácido ferúlico 81,47 y 188,72 mg/kg de peso fresco, respectivamente. Los valores máximos de los otros compuestos fenólicos lo presentaron el noni con 42,63 mg/kg de cafeico, 60,23 mg/kg de rutina, el camu-camu con 0,55 mg/kg de morina, el tumbo serrano con 0,05 mg/kg de kaenferol. La capacidad antioxidante obtenida por los métodos de DPPH y ABTS está correlacionada con el contenido de compuestos fenólicos totales. Marquina et al., (2008), compararon la acidez libre, pH, contenido de cenizas, nitrógeno y la humedad, junto con el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la piel, el casco y la pulpa de guayaba (*Psidium guajaba* L.) fresca, procesada y mermelada de guayaba. El mayor contenido de polifenoles fue encontrado para la piel de la guayaba (10,36 g/100 g piel) y el menor en la mermelada (1,47g/100g mermelada),

expresados en base seca. Se encontró que la capacidad antioxidante de la piel fue diez veces superior a la de la pulpa, y la de la mermelada el doble que la del casco. Por otro lado, el procesamiento industrial de esta fruta como pulpa, y su conservación por refrigeración y/o pasteurización, permitirán disponer de ella a lo largo del año, superando así los problemas de estacionalidad, y evitando la pérdida por sobre maduración que se presenta tanto a nivel del productor, como del consumidor final que puede comprar frutas descompuestas o perderlas por no consumirlas suficientemente pronto. Además de estabilizar los precios, y regular la oferta, la industria procesadora de frutas logra homogeneidad en la calidad del producto que entrega al mercado, gracias a que tiene métodos uniformes y rigurosos para la selección, higienización, procesamiento y manejo de las frutas. La pulpa es la parte comestible de las frutas; es decir, el producto obtenido de la separación de las partes comestibles carnosas de la fruta desechando la cáscara semillas y bagazo mediante procesos tecnológicos adecuados. La pulpa entonces condensa los nutrientes, el sabor, color y aroma de la fruta de la que es extraída, y a partir de ella se obtiene un jugo de fruta 100% natural, realmente nutritivo, la base para un helado, un postre, un complemento en una receta culinaria, una mermelada, entre otros productos. Las pulpas se obtienen de frutas sanas, limpias, exentas de parásitos, residuos tóxicos de pesticidas y desechos animales o vegetales, frutas que han alcanzado un grado de maduración adecuado, y por ende poseen un aroma, color y sabor característico y una textura firme, lo cual permite obtener una pulpa de alta calidad.

El tratamiento de la fruta incluye una minuciosa selección, un proceso de higienización, pelado y separación de semillas y cáscaras, para luego pasteurizarla y envasarla pudiendo ser utilizada en la preparación de jugos naturales, tal como reportan Medina y Pagano et al.(2003), quienes analizaron las características químicas, físicas y microbiológicas de muestras de la fruta y de la pulpa de guayaba "criolla roja", para evaluar el interés en el procesamiento industrial de esta pulpa.

Los resultados obtenidos fueron: firmeza 1,87 kg/cm²; consistencia $1,00 \pm 0,01$ cm/30 seg; viscosidad aparente 74.000 y 45.333 cp; humedad: $84,3 \pm 0,1\%$; sólidos totales $15,7 \pm 0,1\%$; sólidos solubles 13,82° Brix (20 °C);

pH: 4,1; acidez total titulable: $2,48 \pm 0.07\%$; % cenizas totales $0,75 \pm 0.01\%$; azúcares: totales $11,00 \pm 0.3\%$; % azúcares reductores: $5,72 \pm 0.3\%$ y sacarosa 5.28%. Aerobios mesófilos $1,73 \times 10^4$ ufc / ml; NMP coliformes totales < 1100 / 100 ml; NMP coliformes fecales $3,00$ / 100 ml; hongos y levaduras < 100 ufc / mL. La pulpa se caracterizó como jugosa, ácida, su comportamiento fue el de un fluido no Newtoniano pseudoplástico y de óptima calidad microbiológica. El rendimiento de la pulpa fue de 79.8%. En adición, el empleo de temperaturas de refrigeración en la conservación de pulpas de fruta, es una herramienta importante para reducir el deterioro: las bajas temperaturas disminuyen la actividad de las enzimas y microorganismos responsables del deterioro de los productos perecederos. De esta manera se reduce el ritmo respiratorio, conservando las reservas que son consumidas en este proceso, se retarda la maduración y se minimiza el déficit de las presiones de vapor entre el producto y el medio ambiente, disminuyendo la deshidratación. La suma de todos estos factores favorece la conservación de la frescura del producto así como la preservación de la calidad y el valor nutritivo. Debido a la gran aceptación y amplia comercialización de los productos derivados de la guayaba, se

requiere información sobre las características de esta pulpa y, establecer los atributos que definan su calidad de acuerdo a su comercialización. En consecuencia, se planteó el siguiente problema: ¿Cuál será el efecto de la temperatura ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $8\text{ }^{\circ}\text{C}$) y tiempo (7 y 14 días) de almacenamiento en las características fisicoquímicas (% de acidez titulable, % de sólidos solubles, pH, % vitamina C) y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajaba*) durante el almacenamiento refrigerado?; y el objetivo general: Evaluar el efecto de la temperatura ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $8\text{ }^{\circ}\text{C}$) y tiempo (7 y 14 días) de almacenamiento en las características fisicoquímicas (% acidez titulable, %sólidos solubles, pH y contenido de vitamina C) y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajaba*) variedad Criolla Roja durante el almacenamiento refrigerado; siendo los objetivos específicos: determinar las características fisicoquímicas (% de acidez titulable, % de sólidos solubles, pH y % de ácido ascórbico) y capacidad antioxidante de pulpa guayaba (*Psidium guajaba*) variedad Criolla Roja fresca y almacenada y determinar la temperatura y tiempo de almacenamiento que permita conservar las propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante durante el almacenamiento refrigerado.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Población – muestra

Cincuenta frutos de guayaba variedad Criolla Roja, procedentes de la provincia de Virú, departamento de La Libertad, recolectados en madurez de cosecha, sin daño por picadura de insectos, color rojo uniforme y peso promedio de 201 – 250 g y diámetro: 76 – 85 cm, las cuales fueron procesadas, envasadas y almacenadas a las temperaturas de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 14 días. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia del investigador.

2.2 Procedimiento experimental

A continuación se presenta el procedimiento para la elaboración de pulpa de guayaba:

- Recepción de materia prima: se recibió la fruta calibre 4. Peso: 201 – 250 g y diámetro: 76 – 85 cm.
- Selección y clasificación: se eliminó la fruta sobre madura, magullada, con hongos (manchas lamosas, blancas, negras, verdes o cafés), para evitar el

deterioro de la pulpa. Se clasificó según estado de madurez. Sólo se trabajó con frutos en estado maduro, color amarillo claro, con textura firme.

c) Lavado: la fruta se lavó con agua limpia y potable.

d) Desinfectado: el desinfectado para reducir la carga microbiana se realizó por inmersión con agua clorada (150 ppm).

e) Escaldado: se realizó con el fin de inactivar enzimas, ablandar los tejidos y aumentar el rendimiento durante la obtención de pulpa; se realizó por inmersión en agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 7 minutos.

f) Triturado: se realizó en una licuadora, para facilitar la separación de la semilla.

g) Refinado: se realizó un tamizado manual, con el objetivo de eliminar las semillas a través de tamices con abertura de malla de 0.5 mm.

h) Pasteurizado: la pulpa refinada se pasteurizó a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ por tiempo aproximado de 5 minutos con el fin de eliminar la carga

patógena.

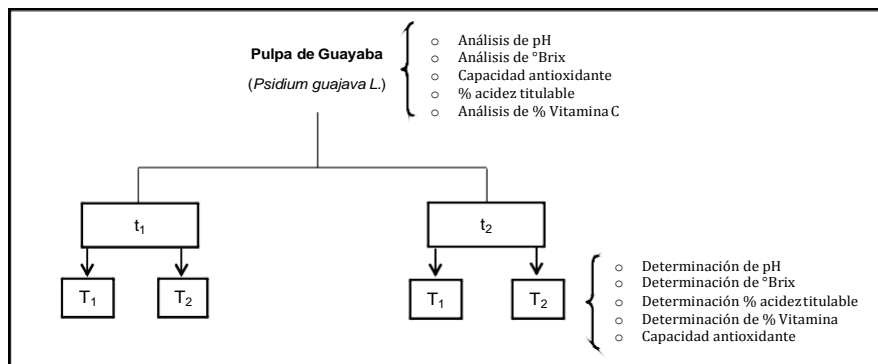
i) Envasado y sellado: el producto fue envasado en bolsas de polietileno, selladas correctamente sin exceso de aire.

j) Etiquetado y almacenamiento: los

productos ya envasados fueron etiquetados y posteriormente almacenados a las temperaturas 4 °C y 8 °C.

2.3 Esquema experimental

A continuación se presenta el esquema experimental seguido para el desarrollo de la investigación.



t₁: Tiempo de almacenamiento a los 7 días.

t₂: Tiempo de almacenamiento a los 14 días.

T₁: Temperatura de almacenamiento de 4 °C.

T₂: Temperatura de almacenamiento de 8 °C.

Figura 1. Esquema experimental para evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajava*) durante el almacenamiento refrigerado.

2.4 Procedimiento para análisis fisicoquímicos

a) % Acidez titulable. Método volumétrico (AOAC, 1997).

b) °Brix. Método refractométrico (AOAC, 1997).

c) pH. Método potenciométrico (AOAC, 1997).

d) Contenido de vitamina C. Método volumétrico.

e) Capacidad antioxidante. Por espectrofotometría (Método DPPH de Brand – Williams et al., 1995).

2.5 Métodos de análisis de datos

Todos los análisis se realizaron por triplicado. Los resultados fueron expresados en promedio indicando la desviación estándar, con el fin de evaluar el grado de variabilidad de los datos experimentales. Para evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad Criolla Roja, se aplicó un análisis de varianza (ANVA) ($\alpha=0.05$) (Montgomery, 2002).

En caso de encontrarse, por el desarrollo del ANVA, diferencia significativa en los resultados de las características fisicoquímicas, se procedió a trabajar con una prueba estadística que compare por pares las variables estudiadas y determine la diferencia significativa entre ellas; esto se logró mediante el empleo de la prueba de Duncan (Montgomery, 2002).

Se utilizó el Software Statistica versión 10, para realizar los análisis estadísticos.

III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la evaluación de las características fisicoquímicas de la pulpa de guayaba almacenada durante 14 días a las temperaturas de 4 y 8°C.

Tabla 1: Resultados de la evaluación de las características fisicoquímicas de la pulpa de guayaba variedad criolla roja almacenada durante 14 días.

% ACIDEZ				
Día	T (°C)	Valor	DS	CV
1.0	4.0	0.67	0.006	0.83
1.0	8.0	0.67	0.006	0.83
7.0	4.0	0.65	0.013	1.96
7.0	8.0	0.65	0.013	1.96
14.0	4.0	0.67	0.010	1.49
14.0	8.0	0.66	0.026	3.89
PH				
Día	T (°C)	Valor	DS	CV
1.0	4.0	4.20	0.100	2.38
1.0	8.0	4.20	0.100	2.38
7.0	4.0	4.35	0.010	0.23
7.0	8.0	4.20	0.100	2.38
14.0	4.0	4.25	0.000	0.00
14.0	8.0	4.30	0.100	2.33
% SS				
Día	T (°C)	Valor	DS	CV
1.0	4.0	9.00	0.000	0.00
1.0	8.0	9.00	0.000	0.00
7.0	4.0	8.80	0.100	1.14
7.0	8.0	8.77	0.058	0.66
14.0	4.0	8.60	0.100	1.16
14.0	8.0	8.47	0.058	0.68
CON. VIT. C (MG/KG)				
Día	T (°C)	Valor	DS	CV
1.0	4.0	2992.00	0.000	0.00
1.0	8.0	2992.00	0.000	0.00
7.0	4.0	607.20	38.358	6.32
7.0	8.0	484.00	17.600	3.64
14.0	4.0	343.20	23.283	6.78
14.0	8.0	357.93	18.287	5.11

Fuente: Trabajo realizado en laboratorio.

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existe influencia significativa, con un valor de significancia de 5 %, de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas: % de acidez, pH, % sólidos solubles y contenido de vitamina C de la pulpa de guayaba. Dichos resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Análisis de varianza aplicada a los resultados de las características fisicoquímicas de la pulpa de guayaba variedad criolla roja.

% ACIDEZ					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Día	0.000811	2	0.000405	2.11	0.164438
T (°C)	0.000030	1	0.000030	0.16	0.700400
Día*T (°C)	0.000060	2	0.000030	0.16	0.857820
Error	0.002310	12	0.000192		
PH					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Día	0.0225	2	0.0113	1.68	0.226790
T (°C)	0.0050	1	0.0050	0.75	0.404029
Día*T (°C)	0.0325	2	0.0163	2.43	0.129868
Error	0.0802	12	0.0067		
% SS					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Día	0.654	2	0.327	73.6	0.000000
T (°C)	0.014	1	0.014	3.1	0.102493
Día*T (°C)	0.014	2	0.007	1.6	0.237393
Error	0.053	12	0.004		
CON. VIT C (MG/KG)					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Día	26000162	2	13000081	29349.82	0.000000
T (°C)	5883	1	5883	13.28	0.003362
Día*T (°C)	17210	2	8605	19.43	0.000173
Error	5315	12	443		

Fuente: Trabajo realizado en laboratorio.

Tal como se observa, la temperatura y tiempo de almacenamiento presentan influencia significativa sólo sobre el contenido de vitamina C de la pulpa de guayaba, por lo que se realizó la prueba de Duncan. Dichos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Prueba de Duncan aplicada a los resultados del contenido de vitamina C en la pulpa de guayaba variedad criolla roja.

	TIEMPO	T (°C)	VIT C - MEAN	1	2	3	4
5	14	4	343.200	****			
6	14	8	357.933	****			
4	7	8	484.000			****	
3	7	4	607.200				****
2	1	8	2992.000		****		
1	1	4	2992.000		****		

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la determinación de la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba almacenada durante 14 días a las temperaturas de 4 y 8°C.

Tabla 4: Capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba variedad criolla roja almacenada durante 14 días a las temperaturas de 4 y 8°C.

TIEMPO (DÍAS)	T (°C)	IC ₅₀ MG/ML	DS	CV
1	4	0.61	0.04	5.91
1	8	0.61	0.04	5.91
7	4	3.23	0.23	7.22
7	8	6.51	0.35	5.35
14	4	7.12	0.17	2.44
14	8	7.78	0.11	1.41

Fuente: Trabajo realizado en laboratorio.

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existe influencia significativa, con un valor de significancia de 5 %, de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba. Dichos resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Análisis de varianza aplicada a los resultados de la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba variedad criolla roja.

	SS	DEGR. OF	MS	F	P
Tiempo (Días)	143.2317	2	71.6158	1949.455	0.000000
T (°C)	7.7513	1	7.7513	210.998	0.000000
Tiempo (Días)*T (°C)		2	4.5146	122.892	0.000000
Error	0.4408	12	0.0367		

Fuente: Trabajo realizado en laboratorio.

Tal como se observa, la temperatura y tiempo de almacenamiento presentan influencia significativa sobre la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba, por lo que se realizó la prueba de Duncan. Dichos resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Prueba de Duncan aplicada a los resultados de la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba variedad criolla roja.

TIEMPO (DÍAS)	T (°C)	IC ₅₀	1	2	3	4	5
1	4	0.610000	****				
1	8	0.610000	****				
7	4	3.230667		****			
7	8	6.510000			****		
14	4	7.122333				****	
14	8	7.780333					****

Fuente: Trabajo realizado en laboratorio.

IV. DISCUSIÓN

Tal como se reporta en la Tabla 1, el coeficiente de variabilidad de las características fisicoquímicas de la pulpa de guayaba variedad criolla roja evaluadas, fue menor al 5%, lo que indicaría homogeneidad de los resultados experimentales (Montgomery, 2002). Como se observa, el % de acidez varió entre 0.65 a 0.67%, el pH 4.2-4.35 y % SS entre 8.47-9, valores similares a los reportados por Andrade et al., (2008) % acidez: 0.56 a 0.96%, pH: 3.9-4.6 y % SS: 9-10%; Marquina et al., (2008); pH: 3.9; pero diferentes a los reportados por Rodríguez et al., (2010) % acidez: 0.196-0.242%, % SS: 10.9-11.7%, quien indica que dicha diferencia puede deberse a que las características fisicoquímicas cambia con el cultivar, la época de cosecha y las condiciones edafoclimáticas. El análisis de varianza reportado en la Tabla 2 indicó que la temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron influencia significativa sólo sobre el contenido de vitamina C de la pulpa de guayaba, por lo que se realizó la prueba de Duncan. Dichos resultados se muestran en la Tabla 3. No se reportó influencia significativa sobre las demás características fisicoquímicas. La vitamina C total es la suma del ácido L-ascórbico (AA) y su forma oxidada, el ácido deshidroascórbico (DHAA). En el estudio se obtuvieron contenidos de Vitamina C en promedio de 299.2 mg/100 g para la pulpa antes de almacenarla, similares a los reportados por Rojas Barquera et al., (2008): 268.7 mg/100 g en la variedad regional roja. Lara et al., (2007) reportaron un valor de 121 mg/100 g fracción comestible y piel en guayaba agria proveniente del departamento de Córdoba- Colombia, mientras que el ICBF (2000) reportó para guayaba blanca madura

un valor de 240 mg/100g de parte comestible. El valor encontrado es similar al registrado por la ICBF, sin embargo el contenido de vitamina C en los frutos es muy variable y depende fundamentalmente de la especie y variedad. El en caso del ácido ascórbico, se reportó influencia significativa de la temperatura y tiempo de almacenamiento, determinándose una degradación para el día 7 del 79.7% y 83.8% a las temperaturas de almacenamiento de 4 y 8 °C respectivamente y de 88% para el día 14 a ambas temperaturas. La capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba almacenada durante 14 días a las temperaturas de 4 y 8 °C expresada como la concentración requerida para Inhibir la formación de radical DPPH en un 50% o IC₅₀ se muestra en la Tabla 4; se obtuvo una capacidad antioxidante inicial de 0.61 ± 0.04 mg/mL. Este valor está en proporción indirecta a la actividad antioxidante de la muestra, por lo que a menor valor IC₅₀ mayor capacidad antioxidante tendrá la pulpa evaluada. Adicionalmente se observa un coeficiente de variabilidad menor al 10%, lo que indicaría homogeneidad de los resultados experimentales (Montgomery, 2002). En el análisis de varianza reportado en la Tabla 5, se observa influencia significativa, con un valor de significancia de 5 %, de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba, por lo que se realizó la prueba de Duncan. Dichos resultados se muestran en la Tabla 6.

Tal como se muestra en la Tabla 6, la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba almacenada a las temperaturas de 4 y 8 °C fue disminuyendo en el tiempo, siendo menor a la temperatura de 8 °C. Espinal (2010) sugiere que la actividad antioxidante

de la guayaba, es de carácter hidrófilico, donde los compuestos como los polifenoles, el ácido ascórbico y las enzimas antioxidantes POD y PFO podrían presentar la contribución más importante a la capacidad antioxidante total del fruto, además que la transferencia de electrones y protones son los principales mecanismos de actividad antioxidante de los compuestos de la guayaba, aunque los compuestos carotenoides podrían presentar una contribución significativamente alta a la actividad antioxidante lipofílica del fruto.

En frutos de guayaba, se han encontrado valores de actividad antioxidante por el método ABTS de 22,3 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ para la variedad regional roja y 37,9 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ para la variedad blanca (Thaipong et al. 2006), 3,78 $\mu\text{mol trolox / g}$ para hojas de guayaba (Tachakittirungrod et al., 2007), 16,2 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ para la variedad roja y 32 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ para la variedad blanca por el método DPPH (Thaipong et al. 2006) y 63,1 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ para la variedad pera y 66,2 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ para la variedad blanca por el método FRAP (Rojas Barquera et al., 2008). También se ha encontrado que el fruto de guayaba tiene una actividad antioxidante mayor que otros frutos, razón por la cual el fruto de guayaba es un fruto muy apetecido a nivel nutricional y funcional. Se han encontrado valores de actividad antioxidante en

frambuesa negra de 43,8 con ABTS, 93,1 con FRAP y 75,4 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ con DPPH, en frambuesa roja de 14,5 con ABTS, 34,7 con FRAP y 25,3 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ con DPPH, en mora de 19,2 con ABTS, 46,0 con FRAP y 35,0 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ con DPPH, en uva valores de 9,1 con ABTS, 26,6 con FRAP y 14,2 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ con DPPH y en fresa valores de 11,5 con ABTS, 24,9 con FRAP y 15,9 $\mu\text{mol trolox / g fruta}$ con DPPH (Ozgen et al. 2006). Es de destacar que el ácido ascórbico, los compuestos polifenólicos y los carotenoides, y en general, todos los metabolitos que contribuyen a la capacidad antioxidante total del fruto de guayaba, cumplen una importante función tanto como compuestos antioxidantes que evitan la prematura entrada del fruto en la etapa de senescencia debido al estrés oxidativo causado por la maduración (protección propia del fruto), como compuestos funcionales aprovechables para el hombre al ser consumidos como alimento (protección contra el estrés oxidativo al hombre), mientras que las enzimas antioxidantes POD y PFO que también aportan a la capacidad antioxidante total del fruto, contribuirán solo a la neutralización del estrés oxidativo *in vivo* de la fruta, pero no tendrán ningún efecto funcional benéfico a la salud humana, debido a que son proteínas que serán hidrolizadas en el tracto gastrointestinal al ser consumidas (Thaipong et al. 2005).

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron influencia significativa sólo sobre el contenido de vitamina C de la pulpa de guayaba. No se reportó influencia significativa sobre % de acidez, pH y % sólidos solubles.
2. El % de acidez de la pulpa de guayaba almacenada durante 14 días a las temperaturas de 4 y 8 °C varió entre 0.65 a 0.67%, el pH 4.2-4.35 y % SS entre 8.47-9%.
3. Se determinó contenido de Vitamina C en promedio de 299.2 mg/100 g para la pulpa antes de almacenarla, determinándose una degradación para el día 7 del 79.7% y 83.8% a las temperaturas de almacenamiento de 4 y 8 °C respectivamente y de 88% para el día 14 a ambas temperaturas.
4. Se observó influencia significativa de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la capacidad antioxidante de la pulpa de guayaba, valor que fue disminuyendo en el tiempo, siendo menor a la temperatura de 8 °C.
5. Se determinó una capacidad antioxidante de 0.61 ± 0.04 mg/mL para la pulpa de guayaba variedad criolla roja antes de almacenarla, disminuyendo para el día 7 a 3.23 y 6.51 mg/mL y a 7.12 y 7.78 mg/mL para el día 14 a las temperaturas de almacenamiento de 4 y 8 °C respectivamente.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Ricardo; ORTEGA Fabián; MONTES Everaldo; TORRES Ramiro; PÉREZ Omar, CASTRO Mónica, GUTIÉRREZ Luz. Caracterización fisicoquímica y reológica de la pulpa de guayaba (*Psidium guajaba* L.) Variedades híbrido de Klom Sali, Puerto Rico, D14 y Red Vitae. 16 (1), Enero, 2009.
- AOAC. Official methods of analysis. William Horwitz. Washington D.C: Association of Analytical Chemists; 1990.
- BRAND-WILLIAMS, W. CUVÉLIER, M., y BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensmittel Wissenschaft und Technologies*. 28, 1995.
- CASTELLANO, G. QUIJADA, O. Comportamiento pos cosecha de frutas de guayaba (*Psidium guajaba* L.) tratados con cloruro de calcio y agua caliente a dos temperaturas de almacenamiento. Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, S.C. Hermosillo, México. 78-82, 2004.
- ESPINAL, MAURICIO. Capacidad antioxidante y ablandamiento de la guayaba Palmira. ICA I (*Psidium guajaba* L.) Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Departamento de química. Maestría en ciencias química. Bogotá D.C. 2010.
- ICBF. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Tabla de Composición de Alimentos Colombianos. Bogotá, 1-57, 2000.
- LARA C., NERIO L., OVIEDO L. Evaluación fisicoquímica y bromatológica de la guayaba agria (*Psidium araca*) en dos estados de maduración. Colombia. 2007.
- LAGUADO, E. Características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales. *Rev. Fac. Agron.* 1999.
- MARQUINA V, ARAUJO L, RUÍZ J, RODRÍGUEZ-MALAVER A, VIT P. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajaba* L.). *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 58 (1), 2008.
- MARTÍNEZ FERRER, L., MARÍN LARREAL M.; FERNÁNDEZ BRAVO, C.; CHIRINOS TORRES, D. Características fisicoquímicas de frutos de guayaba y su relación con la presencia de pudrición apical. *Rev. Fac. Agron.* 1: 285-290, 2011.
- MEDINA, B. y PAGANO, G. Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajaba* L.) tipo "Criolla Roja". *Rev. Fac. Agron.* 20:72-6, 2003.
- MONTGOMERY D. Diseño y análisis de experimentos. 2da edición. Editorial Limusa Wiley S.A. Universidad Estatal de Arizona. 2002.
- MUÑOZ, Ana, RAMOS-ESCUADERO, Fernando; ALVARADO-ORTIZ, Carlos y CASTAÑEDA Benjamín. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista Sociedad Química del Perú*, 73 (3): 142-149, 2007.
- ORDÓÑEZ Elizabeth; LEÓN Aurelia, REÁTEGUI Darlyn y SANDOVAL Manuel. Cuantificación de polifenoles totales y actividad antioxidante en hojas, corteza, flores y fruto de dos variedades de guayaba (*Psidium guajaba* L.). *Investigación y Amazonía*, 1(2): 48- 52, 2012.
- OZGEN, M., REESE, R., SCHEERENS, J., MILLER, A. Modified 2, 2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,20-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1151-1157, 2006.
- RODRÍGUEZ, Ligia, LÓPEZ Leslie, GARCÍA, Maribel. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia: mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajaba* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.) *Revista Alimentos Hoy*. 21 (1), 2010.
- ROJAS BARQUERA D., NARVÁEZ CUENCA E., RESTREPO SÁNCHEZ L. Evaluación del contenido de vitamina C, fenoles totales y actividad antioxidante en la pulpa de guayaba (*Psidium guajaba* L.) de las variedades pera, regional roja y regional blanca. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria. Bogotá. D. C., Colombia, 2008.
- SUÁREZ, José; PÉREZ DE CAMACARO, María y GIMÉNEZ Aracelis. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la calidad poscosecha de la fruta de guayaba (*Psidium guajaba* L.) procedente de Mercabar, estado Lara, Venezuela. *Revista 60 UDO Agrícola* 9 (1): 60-69. 2009.
- THAIPONG, Kriengsak; BOONPRAKOB, Unaroj, CROSBY Kevin y CISNEROS-ZEBALLOS, Luis. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, AND ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. 669-675. 2006.
- TACHAKITTIRUNGROD, Suganya; OKONOGI, Siriporn, CHOWWANAPONPOHN, Sombat. Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. *Food Chemistry* 103: 381-388, 2007.
- UNC. Universidad Nacional de Colombia. Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (*Psidium guajaba* L.) para el fortalecimiento de la cadena productiva de guayaba, 2010.
- ZELEDON, R; WAN FUH J. El cultivo de la guayaba Cañas Guanacaste, Costa Rica. 1994.